

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-242519

(43)Date of publication of application : 08.09.2000

(51)Int.Cl. G06F 11/22  
// G06F 17/00

(21)Application number : 11-044867

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 23.02.1999

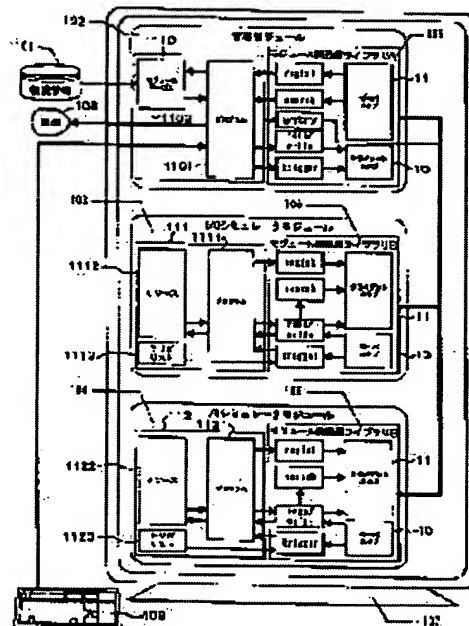
(72)Inventor : KOIKE FUTOSHI  
SHINDO TAKEFUMI

## (54) SIMULATION SYSTEM AND SIMULATION METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate the design of each program module constituting of a simulation system that simulates the operation of a device consisting of plural elements performing input-output with one another.

SOLUTION: When respective I/O simulation modules 103 and 104 are started, the correspondence of a self-I/O simulation module to an address range allocated to an element corresponding to the self-I/O simulation module is registered with a management module 102. When the modules 103 and 104 perform input-output, they issue an inquiry designating an address range to be an object of the input-output to the management module and issue an input-output request to an I/O simulation module responding to the input-output request. The module 102 answers a registered I/O simulation module in accordance with an address range including the address range designated by the inquiry.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 ( J P )

(12) 公 開 特 許 公 報 ( A )

(11)特許出願公開番号

特開2000-242519

( P2000-242519A )

(43)公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

| (51)Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テーマコード(参考)        |
|--------------------------|-------|---------------|-------------------|
| G 0 6 F 11/22            | 3 6 0 | G 0 6 F 11/22 | 3 6 0 B 5 B 0 4 8 |
| // G 0 6 F 17/00         |       | 15/20         | D 5 B 0 4 9       |

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願平11-44867

(22)出願日 平成11年2月23日(1999.2.23)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 小池 太

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 進藤 武文

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(74)代理人 100087170

弁理士 富田 和子

Fターム(参考) 5B048 DD14 DD17

5B049 BB07 CC21 DD05 EE03 EE41

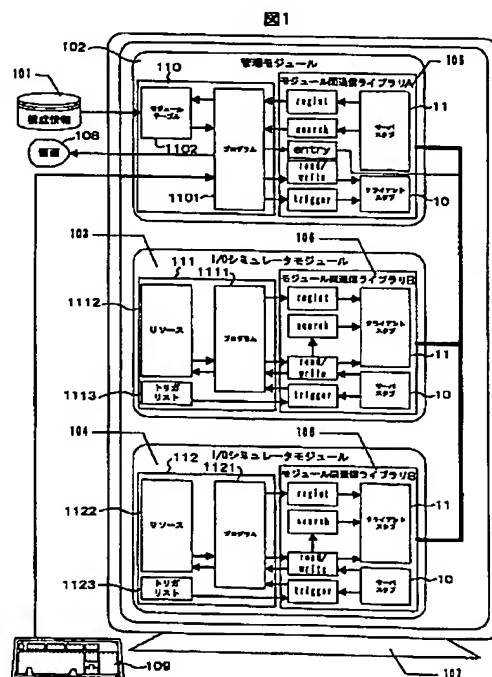
FF09

(54)【発明の名称】 シミュレーションシステムおよびシミュレーション方法

(57)【要約】

【課題】相互に入出力を行う複数の要素よりなる装置の動作を模擬するシミュレーションシステムを構成する、各プログラムモジュールの設計を容易化する。

【解決手段】各I/Oシミュレーションモジュール103、104は起動されると、管理モジュール102に、自I/Oシミュレーションモジュールと自I/Oシミュレーションモジュールに対応する要素に割り当てられたアドレス範囲の対応を登録する。I/Oシミュレーションモジュール103、104は、入出力を行う場合、入出力の対象とするアドレス範囲を指定した問い合わせを、前記管理モジュールに発行し、問い合わせに対して返答されたI/Oシミュレーションモジュールに対して入出力要求を発行する。管理モジュール102は、問い合わせで指定されたアドレス範囲を含むアドレス範囲に対応して登録されているI/Oシミュレーションモジュールを返答する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】入出力を行う複数の要素よりなる装置であって、各要素に前記装置上のアドレス範囲が割り当てられている装置の動作を電子計算機上で模擬するシミュレーションシステムであって、

前記要素毎に対応して設けられた、対応する要素の動作を模擬する複数のシミュレーションモジュールと、各シミュレーションシモジュールを管理する管理モジュールとを有し、

前記管理モジュールは、

各シミュレーションモジュールと各シミュレーションモジュールに対応する要素に割り当てられた前記装置上のアドレス範囲との対応を登録したモジュールテーブルと、各シミュレーションモジュールからのアドレス範囲を指定した問い合わせに対して、指定されたアドレス範囲を含むアドレス範囲に対応して前記モジュールテーブルに登録されたシミュレーションモジュールを返答する手段とを有し、

前記各シミュレーションモジュールは、入出力を行おうとするアドレス範囲を指定した問い合わせを、前記管理モジュールに発行する手段と、当該問い合わせに対して返答されたシミュレーションモジュールに対して入出力を要求する手段と、他のシミュレーションモジュールから要求された入出力を実行する手段とを有することを特徴とするシミュレーションシステム。

【請求項2】請求項1記載のシミュレーションシステムであって、

前記各シミュレーションモジュールは、前記管理モジュールに、自シミュレーションモジュールに対応する要素に割り当てられたアドレス範囲の登録を要求する手段とを有し、

前記管理モジュールは、各シミュレーションモジュールからアドレス範囲の登録を要求された場合に、要求したシミュレーションモジュールと登録を要求されたアドレス範囲との対応を前記モジュールテーブルに登録する手段とを有することを特徴とするシミュレーションシステム。

【請求項3】請求項1または2記載のシミュレーションシステムであって、

前記各シミュレーションモジュールは、対応する要素の動作を模擬する処理ブロックと、他シミュレーションモジュールおよび管理モジュールとの通信処理を行う通信ライブラリブロックとを有し、

前記各シミュレーションモジュールの通信ライブラリブロックは、処理ブロックから入出力を行おうとするアドレス範囲を指定した入出力の要求を受けた場合に、指定されたアドレスを指定した前記問い合わせを、前記管理モジュールに発行し、当該問い合わせに対して返答されたシミュレーションモジュールに対して、前記処理ブロックから要求された入出力を要求する手段と、自シミュ

レーションモジュールに対する入出力の要求を受け取り、要求された入出力の実行を処理ブロックに要求する手段とを有することを特徴とするシミュレーションシステム。

【請求項4】請求項1、2または3記載のシミュレーションシステムであって、

前記管理モジュールは、利用者より、アドレス範囲を指定した入出力の要求を受け付ける手段と、受け付けたアドレス範囲を含むアドレス範囲に対応して前記モジュールテーブルに登録されたシミュレーションモジュールに対して入出力を要求する手段とを有することを特徴とするシミュレーションシステム。

【請求項5】入出力を行う複数の要素よりなる装置であって、各要素に前記装置上のアドレス範囲が割り当てられている装置の動作を電子計算機上でシミュレーションするシミュレーション方法であって、

前記要素毎に対応して、対応する要素の動作を模擬する複数のシミュレーションモジュールを設けると共に、各シミュレーションシモジュールを管理する管理モジュールとを設けるステップと、

前記管理モジュールに、各シミュレーションモジュールと各シミュレーションモジュールに対応する要素に割り当てられた前記装置上のアドレス範囲との対応を登録したモジュールテーブルを供給するステップと、

前記シミュレーションモジュールにおいて、入出力を行おうとするアドレス範囲を指定した問い合わせを、前記管理モジュールに発行するステップと、

前記管理モジュールにおいて、各シミュレーションモジュールからのアドレス範囲を指定した問い合わせに対して、指定されたアドレス範囲を含むアドレス範囲に対応して前記モジュールテーブルに登録されたシミュレーションモジュールを返答するステップと、

前記シミュレーションモジュールにおいて、発行した問い合わせに対して返答されたシミュレーションモジュールに対して入出力を要求するステップと、

前記シミュレーションモジュールにおいて、他のシミュレーションモジュールから要求された入出力を実行するステップとを有することを特徴とするシミュレーション方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、相互に入出力を行う複数の要素よりなる装置の動作を、電子計算機上でシミュレーションする技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】相互に入出力を行う複数の要素よりなる装置の動作を、電子計算機上でシミュレーションする場合、この装置の動作を模擬するシミュレーションシステムを構築する必要がある。一般的に、このような装置のシミュレーションシステムは、入出力を行う各要素の動

作をそれぞれ模擬する複数のプログラムモジュールを備えた構成をとり、シミュレーションを、各プログラムモジュール間で実装置の入出力を模擬した動作を行うことにより実現している。そして、このような異なるプログラムモジュール間で実装置の入出力を模擬した動作を行うためには、あるプログラムモジュールが要求する入出力処理を他プログラムモジュールが実行する必要がある。

【0003】一方、従来、このようなあるプログラムモジュールが要求する入出力処理を他プログラムモジュールが実行することを可能とする技術としては、RPC(Remote Procedure Call)が知られている。RPCを利用する場合、あるプログラムモジュールから、他のプログラムモジュールの関数を引数を与えて呼び出すことにより、あるプログラムモジュールから、他のプログラムモジュールに、呼び出した関数と引数の応じた処理を実行させることができる。

【0004】また、プログラムモジュールが要求する入出力処理を他プログラムモジュールが実行することを可能とする他の技術としては、CORBA(Common Object Request Broker Architecture)が知られてる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、CORBAには、クライアントとサーバとの間のデータ通信の仲介を行うORB(Object Request Broker)が必要となり(参考文献:「分散オブジェクト指向CORBA」満尾晃一監修、プレントイスホール)、また、オブジェクト間のデータ通信をIDL(Interface Definition Language)により記述する必要があるため、シミュレーションシステムの規模が大きくなったり、設計者の負担が大きくなってしまうという問題がある。

【0006】一方、RPCには、各プログラムモジュールの設計者が、入出力処理を要求する他のプログラムモジュールを意識してプログラムモジュールを設計する必要があるため、個々のプログラムモジュールを独立して設計することができず、プログラムモジュール設計者の負担が大きくなり、設計効率が低下してしまうという問題がある。

【0007】そこで、本発明は、相互に入出力を行う複数の要素よりなる装置の動作を模擬するシミュレーションシステムを構成する、各プログラムモジュールの設計を、シミュレーションシステムをさほど大規模化することなく容易化することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題を達成するために本発明は、たとえば、入出力を行う複数の要素よりなる装置であって、各要素に前記装置上のアドレス範囲が割当てられている装置の動作を電子計算機上で模擬するシミュレーションシステムであって、前記要素毎に対応して設けられた、対応する要素の動作を模擬する複数のシ

ミュレーションモジュールと、各シミュレーションモジュールを管理する管理モジュールとを有し、前記管理モジュールは、各シミュレーションモジュールと各シミュレーションモジュールに対応する要素に割り当てられたアドレス範囲との対応を登録したモジュールテーブルと、各シミュレーションモジュールからのアドレス範囲を指定した問い合わせに対して、指定されたアドレス範囲を含むアドレス範囲に対応して前記モジュールテーブルに登録されたシミュレーションモジュールを返答する手段とを有し、前記各シミュレーションモジュールは、入出力を行おうとするアドレス範囲を指定した問い合わせを、前記管理モジュールに発行する手段と、当該問い合わせに対して返答されたシミュレーションモジュールに対して入出力を要求する手段と、他のシミュレーションモジュールから要求された入出力を実行する手段とを有することを特徴とするシミュレーションシステムを提供する。

【0009】このようなシミュレーションシステムによれば、各シミュレーションモジュールは、入出力を行う際に入出力を行おうとするアドレス範囲から、入出力を要求すべき他シミュレーションモジュールを知ることができる。したがって、シミュレーションモジュールの設計者は、他のシミュレーションモジュールを意識することなく、装置上の入出力を要求するアドレス範囲だけを考慮すれば足りるので、個々のシミュレーションモジュールを独立して設計することができ、プログラムモジュール設計者の負担が軽減され、設計効率が向上する。

【0010】また、さらに、前記シミュレーションモジュールに、自シミュレーションモジュールに対応する要素に割り当てられたアドレス範囲の登録を要求する手段を備え、前記管理モジュールに、各シミュレーションモジュールからアドレス範囲の登録を要求された場合に、要求したシミュレーションモジュールと登録を要求されたアドレス範囲との対応を前記モジュールテーブルに登録する手段を備えるようにすれば、管理モジュールの作成者は、各シミュレーションモジュールに対応する要素に割り当てられた装置上のアドレス範囲を意識することなく、管理モジュールを作成することができ、また、随時、シミュレーションモジュールをシミュレーションシステムに追加することができるようになる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

【0012】まず、第1の実施形態について説明する。

【0013】図1に、本実施形態に係るシミュレーションシステムの構成を示す。

【0014】図示するように、シミュレーションシステムは、管理モジュール102と、複数のI/Oシミュレータモジュール103、104で構成される。

【0015】ここで、このシミュレーションシステム

は、たとえば、図2に示すように、アドレスを指定して他要素との間の入出力を行う複数の要素（CPU、バスブリッジ、ハードディスクコントローラ、ハードディスク（HDD）、メモリ）よりなる装置の動作を模擬するものであり、図1のシミュレーションシステム中の各I/Oシミュレータモジュール103、104の各々が、実装置の要素（CPU、バスブリッジ、ハードディスクコントローラ、ハードディスク、メモリ）の動作を模擬するプログラムモジュールである。そして、図1のシミュレーションシステム中の管理モジュール102は、シミュレーションシステム全体を管理するプログラムモジュールである。

【0016】ここで、管理モジュール102、各I/Oシミュレータモジュール103、104は、図1に示したように、一つの電子計算機107上に配置され実行されるものであっても、図3に示すように異なる複数の電子計算機1005、1006、1007上に分散配置され実行されるものであってもよい。

【0017】さて、図1、図2に示すように、管理モジュール102は、モジュール間通信ライブラリA105と、管理ブロック110よりなり、各I/Oシミュレータモジュール103、104は、モジュール間通信ライブラリB106と、個別処理ブロック111、112よりなる。また、管理ブロック110は、プログラム1101とモジュールテーブル1102よりなり、個別処理ブロック111、112は、対応する要素の動作を模擬するためのプログラム1111、1121と、模擬する要素の資源（たとえば、記憶空間）を表すリソース1112、1122と、プログラム1111、1121の関数を登録するトリガリスト1113、1123よりなる。

【0018】また、モジュール間通信ライブラリA105と、モジュール間通信ライブラリB106は、それぞれ所定の関数を有し、これら関数をRPCによって呼び出す／呼び出されるためのクライアントスタブ10とサーバスタブ11を有している。

【0019】ここで、管理モジュール102は、シミュレータシステムによらず、すなわち、シミュレーションの対象とする装置によらず、シミュレーションシステムに組み込まれる汎用のソフトウェア部品であり、モジュール間通信ライブラリB106は、シミュレータシステムによらず、かつ、I/Oシミュレータモジュールによらず、すなわち、I/Oシミュレータモジュールが動作を模擬する実装置の要素によらず、各I/Oシミュレータモジュールに組み込まれる汎用のソフトウェア部品である。

【0020】すなわち、シミュレーションシステムは、各I/Oシミュレータモジュールを、I/Oシミュレータモジュール設計者が、そのI/Oシミュレータモジュールが模擬する実装置の要素に合わせて、個別処理ブロックを作成し、これと予め用意されたモジュール間通信ライブラリB106を組み合わせることにより作成し、作成され

た各I/Oシミュレータモジュールと、予め用意された管理モジュール102を組み合わせることにより作成される。より具体的には、作成された各I/Oシミュレータモジュール103、104と管理モジュール102を適宜、同じもしくは異なる電子計算機上に配置し、管理モジュール102のモジュールテーブル1102に、その管理モジュール102が管理するシミュレーションシステムに含まれる各I/Oシミュレータモジュールを管理するための構成情報101を与えることにより、シミュレーションシステムが作成される。

【0021】ここで、各部が備える関数と、各関数の呼び出し元と、関数が呼び出す他の関数の関係を図4に示す。

【0022】以下、図4を参照しながら各部のインタフェースについて説明する。

【0023】まず、管理モジュール102における管理ブロック102とモジュール間通信ライブラリA105のインタフェースと、各I/Oシミュレータモジュール105、106における、個別処理ブロック111、112とモジュール間通信ライブラリB106のインタフェースについて説明する。

【0024】管理ブロック102とモジュール間通信ライブラリA105は、相互に関数呼び出しによってインタフェースする。管理ブロック102が呼び出す、モジュール間通信ライブラリA105の関数はread-cとwrite-cとtrigger-cとentryであり、モジュール間通信ライブラリA105が呼び出す、管理ブロック102の関数は、regist-dとseach-dである。

【0025】同様に、個別処理ブロック111、112とモジュール間通信ライブラリB106は、相互に関数呼び出しとトリガリストによってインタフェースする。個別処理ブロック111、112が呼び出す、モジュール間通信ライブラリB106の関数はregist-cとread-cとwrite-cであり、モジュール間通信ライブラリB106が呼び出す、個別処理ブロック111、112の関数は、read-dとwrite-dとtrigger-dである。

【0026】次に、モジュール間通信ライブラリA105とモジュール間通信ライブラリB106のインタフェースと、モジュール間通信ライブラリB106同士のインタフェースについて説明する。

【0027】モジュール間通信ライブラリA105とモジュール間通信ライブラリB106は、相互にRPCによる関数呼び出しによってインタフェースする。モジュール間通信ライブラリA105が呼び出すモジュール間通信ライブラリB106の関数は、read-s、write-s、trigger-sである。また、モジュール間通信ライブラリB106が呼び出すモジュール間通信ライブラリA105の関数は、search-s、regist-sである。ここで、モジュール間通信ライブラリA105の関数search-sは、モジュール間通信ライブラリA105の関数read-cとwrite-cによつ

でも呼び出される。

【0028】同様に、モジュール間通信ライブラリB106同士は、相互にRPCによる関数呼び出しによってインタフェースする。他のモジュール間通信ライブラリB106から呼び出されるモジュール間通信ライブラリB106の関数は、read-s、write-sである。

【0029】ここで、管理ブロック102の関数regist-dとseach-dは、それぞれ、モジュール間通信ライブラリA105のsearch-s、regist-sから呼び出される。

【0030】一方、個別処理ブロック111、112の関数read-dとwrite-dとtrigger-dは、それぞれ、モジュール間通信ライブラリB106の関数read-s、write-s、trigger-sから呼び出される。また、モジュール間通信ライブラリB106の関数search-cは、同モジュール間通信ライブラリB106の関数read-s、write-sから呼び出される。

【0031】以上のように、本実施形態では、個別処理ブロック111、112とモジュール間通信ライブラリB106のインタフェースは、regist-cとread-cとwrite-cとtrigger-s、read-dとwrite-dとtrigger-dとトリガリスト1113、1123に限定されている。したがって、I/Oシミュレータモジュール設計者は、個別処理ブロックを作成する際には、これに従って個別処理ブロックを作成するようにする。

【0032】次に、構成情報101と、モジュールテーブル1102について説明する。

【0033】図5に示すように、構成情報101は、シミュレーションシステムを構成する全I/Oシミュレータモジュールについて、I/Oシミュレータモジュールが配置されている電子計算機の指定（ホスト名称）と、I/Oシミュレータモジュールのプログラム名称と、I/Oシミュレータモジュール起動時に引き渡す、管理モジュールが配置された電子計算機（ホスト名称）を含む引数を登録したものである。

【0034】また、モジュールテーブル1102は、図6に示すように、シミュレーションシステムを構成する全I/Oシミュレータモジュールについて、構成情報101に登録された内容と、I/Oシミュレータモジュールが稼働する電子計算機の指定（ホスト名称）と、プログラム番号と、I/Oシミュレータモジュールの模擬する実装置の要素に割り当てられているアドレス範囲を登録するものである。

【0035】次に、本実施形態で利用するRPCについて簡単に説明する。

【0036】RPCでは、まず、RPCを利用する各プログラムが、固有のプログラム番号と、プログラムがもつ各関数固有の関数番号を、プログラムが配置された電子計算機のOSに登録する。そして、第1のプログラムの関数を第2のプログラムから呼び出すときには、第2のプログラムは、第1のプログラムが配置された電子計算機の指

定（ホスト名称）と、そのプログラムのプログラム番号と、呼び出す関数の関数番号と、適当な引数を含む呼び出し要求を、第2のプログラムが配置された電子計算機のOSに発行する。呼び出し要求を受けたOSは、呼び出し要求で指定された電子計算機のOSに呼び出し要求を渡し、呼び出し要求を渡された電子計算機のOSは、呼び出し要求で指定されたプログラム番号のプログラムに、指定された関数番号と引数を渡し、関数番号と引数を渡された第1のプログラムは渡された引数に従って渡された関数番号で指定される関数を実行する。ただし、第1のプログラムと第2のプログラムが同じ電子計算機上に配置されているときには、呼び出し要求には、かならずしも電子計算機の指定（ホスト名称）を含める必要がない。

【0037】以下、このようなシミュレーションシステムの動作について説明する。

【0038】まず、シミュレーションシステム起動時の動作について説明する。

【0039】本シミュレーションシステムの起動は、管理モジュール102を起動することにより行われる。

【0040】さて、図7に示すように、管理モジュール102の管理ブロック110のプログラム1101は起動されると、まず、モジュール間通信ライブラリA105の関数entryを起動する。起動されたentryは、管理モジュール102が配置された電子計算機のOSに、RPCのために、管理モジュール102のプログラム番号と関数search-s、regist-sの予め関数毎に定めた関数番号を登録する。そして、モジュールテーブル1102に構成情報101の内容を読み込み、モジュールテーブル1102に読み込んだホスト名称とプログラム名称を用いて、各I/Oシミュレータモジュール103、104を、各電子計算機のOSを介して起動する。また、この際に、管理モジュール102が配置された電子計算機のホスト名称と管理モジュール102のプログラム番号を、各I/Oシミュレータモジュール103、104に渡す。ただし、管理モジュール102が配置された電子計算機のホスト名称と管理モジュール102のプログラム番号は、予め各I/Oシミュレータモジュール103、104中に定義しておくようにしてもかまわない。

【0041】起動された各I/Oシミュレータモジュール103、104の個別処理ブロック111、112のプログラム1111、1121は、起動されると、モジュール間通信ライブラリB106の関数regist-cを呼び出す。この際、関数regist-cには、自I/Oシミュレータモジュールが稼働する電子計算機のホスト名称と、自I/Oシミュレータモジュールの模擬する実装置の要素に割り当てられているアドレス範囲を引数として渡す。読み出されたregist-cは、受け取った引き数と共に、管理モジュール102のモジュール間通信ライブラリA105の関数regist-sをRPCによって呼び出す。この際、関数reg

ist-sをRPCによって呼び出すために、管理モジュール102のホスト名称とプログラム番号とregist-sの関数番号を指定するが、ホスト名称とプログラム番号については、管理モジュール102から起動時に渡された値もしくは、予め定義された値を用い、関数番号については予め関数毎に定めた共通の番号を用いる。

【0042】管理モジュール102のモジュール間通信ライブラリA105の関数regist-sは、regist-cから受け取った引数と共に、管理ブロック101の関数regst-dを呼び出し、管理ブロック101の関数regst-dは、受け取った引数に従って、モジュールテーブル1101に、各I/Oシミュレータモジュールについて、電子計算機のホスト名称と、プログラム番号と、アドレス範囲を登録すると共に、各I/Oシミュレータモジュールにプログラム番号を割当て、割り当てたプログラム番号を呼び出し元の関数regist-sに渡す。関数regist-sは、このプログラム番号を呼び出し元の関数regist-cに渡す。関数regist-cは、自I/Oシミュレータモジュールが配置された電子計算機のOSに、RPCのために、渡されたプログラム番号と関数read-s、write-s、trigger-sの関数番号を登録する。

【0043】なお、関数read-s、write-s、trigger-s、serch-sについても関数番号としては予め関数毎に定めた共通の番号を用いる。

【0044】また、以上の処理によれば、その後、構成情報に登録されていないI/Oシミュレータモジュールが起動された場合も、構成情報に登録されているI/Oシミュレータモジュールと同様に動作し、結果として構成情報に登録されているI/Oシミュレータモジュールと同様の内容がモジュールテーブルに登録され、以降、構成情報に登録されているI/Oシミュレータモジュールと同様に動作することができる。ただし、構成情報に登録されていないI/Oシミュレータモジュールについては、管理モジュールのホスト名称とプログラム番号については、I/Oシミュレータモジュール中に予め定義された値を用いるようにする。

【0045】次に、あるI/Oシミュレータモジュールが他のI/Oシミュレータモジュールと入出力を行う動作について説明する。

【0046】他のI/Oシミュレータモジュール（説明の混乱を避けるためにモジュールBとして示す）と入出力を行いたいI/Oシミュレータモジュール（モジュールAとして示す）のプログラムは、図8に示すように、書き込みを行いたい場合にはモジュール間通信ライブラリB106の関数write-cを、読み出しを行いたい場合にはモジュール間通信ライブラリB106の関数read-cを呼び出す。また、この際、引数として書き込みもしくは読み出しを行いたいデータのデータサイズと、そのデータが実装置上で配置される先頭アドレスを指定する。また、関数write-cを呼び出す場合には書き込むデータも引数

として渡す。

【0047】呼び出された関数write-c、または、関数read-cは、まず、渡された引数のうちのデータサイズと先頭アドレスを引数として、同モジュール間通信ライブラリB106の関数serch-cを呼び出す。関数serch-cは、RPCによって、渡された引数と共に管理モジュール102のモジュール間通信ライブラリA105の関数serch-sを呼び出し、呼び出された関数serch-sは、渡された引数と共に管理モジュール102の管理ブロック1101の関数serch-dを呼び出す。関数serch-dは、モジュールテーブル1101を参照し、引数のデータサイズと先頭アドレスから定まるアドレスの範囲を包含するアドレス範囲が登録されたI/Oシミュレータモジュール（モジュールB）特定し、モジュールテーブル1101に登録されたモジュールBのホスト名称と、プログラム番号を呼び出し元の関数serch-sに渡す。関数serch-sは、これを呼び出し元のモジュールAの関数serch-cに渡し、関数serch-cは、これを呼び出し元の関数write-c、または、関数read-cに渡す。

【0048】関数serch-cからモジュールBのホスト名称とプログラム番号を受け取った、モジュールAの関数write-cは、これを用いたRPCによって、モジュールBの関数write-sを呼び出し、引数としてデータとデータサイズと先頭アドレスを渡す。モジュールBの関数write-sは、渡された引き数と共に管理ブロック110の関数write-dを読み出し、関数write-dは、渡されたデータを渡された先頭アドレスから書き込む実装置上の動作を模擬する。

【0049】一方、関数serch-cからモジュールBのホスト名称とプログラム番号を受け取った、モジュールAの関数read-cは、これを用いたRPCによって、モジュールBの関数read-sを呼び出し、引数としてデータサイズと先頭アドレスを渡す。モジュールBの関数read-sは、渡された引き数と共に管理ブロック110の関数read-dを読み出し、関数read-dは、渡されたデータサイズのデータを渡された先頭アドレスから読み出す実装置上の動作を模擬し、得られたデータを、呼び出し元の関数read-sに渡し、関数read-sは、これを呼び出し元の管理モジュールの関数read-cに渡し、関数read-cはこれを、呼び出し元のプログラムに渡す。

【0050】次に、本シミュレータシステムにおいて、各I/Oシミュレータモジュール103、104が特定のタイミングで動作を実行する動作について説明する。

【0051】管理モジュール102の管理ブロック110は、予め定めたタイミング、たとえば特定の周期毎に、モジュール間通信ライブラリA105の関数trigger-cを呼び出す。関数trigger-cは、各I/Oシミュレータモジュール103、104のモジュール間通信ライブラリB105の関数trigger-sを、RPCによって呼び出す。

【0052】各I/Oシミュレータモジュール103、1



04のモジュール間通信ライブラリB105の関数triggersは、自I/Oシミュレータモジュール103、104の個別処理ブロック111、112のトリガリスト1113、1114を参照し、トリガリスト1113、1114に登録されている、個別処理ブロック111、112の関数を得、これと呼び出す。呼び出された関数は、所定の動作を実行する。

【0053】次に、各I/Oシミュレータモジュール103、104が、シミュレーション作業者のインタラクティブな指示に従って入出力を行う動作について説明する。

【0054】管理モジュール102の管理ブロックは、図9に示す表示画面108を、シミュレーション作業者が利用する表示装置上に表示する。表示画面108には、801で示すように、各I/Oシミュレータモジュール毎に、各I/Oシミュレータモジュールのリソースの情報（ここでは、記憶空間のアドレスとデータ）を表示する。表示画面108の情報を元に、シミュレーション作業者は、入力装置109を用いて、各I/Oシミュレータモジュールの入出力を指示する。

【0055】シミュレーション作業より、入力装置109を介して、書き込みと書き込むデータのアドレスとデータが指示されると、管理モジュール102の管理ブロック110は、これを表示画面108の、アドレスに対応するI/Oシミュレータモジュールのリソースの情報801に反映させると共に、指示されたアドレスから書き込むデータの先頭アドレスとデータサイズを求め、モジュールテーブルより、書き込みを行うI/Oシミュレータモジュールのホスト名称とプログラム番号を得、これらをデータと共に、引数としてモジュール間通信ライブラリA105の関数write-cを呼び出し、関数write-cは、引数で指定されたホスト名称とプログラム番号を用いてRPCにより、先頭アドレスとデータサイズとデータを引数として関数write-sを呼び出す。以下の動作は先ほどのI/Oシミュレータモジュール間の書き込みの場合と同様である。

【0056】一方、シミュレーション作業より、入力装置109を介して、読み出しと読み出すデータのアドレスとデータサイズが指示されると、指示されたアドレスから書き込むデータの先頭アドレスとデータサイズを求め、モジュールテーブルより、読み出しを行うI/Oシミュレータモジュールのホスト名称とプログラム番号を得、これらを引数としてモジュール間通信ライブラリA105の関数read-cを呼び出し、関数read-cは、引数で指定されたホスト名称とプログラム番号を用いてRPCにより、先頭アドレスとデータサイズとデータを引数として関数read-sを呼び出す。以下の動作は先ほどのI/Oシミュレータモジュール間の書き込みの場合と同様である。そして、最終的にデータを得た管理モジュール102の管理ブロック110は、これを表示画面108のA

ドレスに対応するI/Oシミュレータモジュールのリソースの情報801に反映する。

【0057】以上、本発明の第1実施形態について説明した。

【0058】なお、図1に示したように、シミュレーションシステム全体が単一の電子計算機上に配置される場合は、ホスト名称は固定となることで、このような場合は、以上の実施形態においてホスト名称を使用しないようにするようにしてもよい。

10 【0059】以上の第1実施形態によれば、各個別処理ブロックは、入出力を要求する他I/Oシミュレータモジュールを指定することなく、装置上のアドレスだけを指定して入出力を要求することができる。また、モジュール間通信ライブラリB106も、予め他I/Oシミュレータモジュールを認識している必要がない。したがって、I/Oシミュレータモジュールの作成者は、他I/Oシミュレータモジュールを意識することなく、入出力を行う装置上のアドレスだけを意識して、I/Oシミュレータモジュールを作成することができる。

20 【0060】以下、本発明の第2実施形態について説明する。

【0061】本第2実施形態では、第1実施形態で示したモジュール間通信ライブラリB106用に作成されていない既存の個別処理ブロックを用いて、第1実施形態で示したモジュール間通信ライブラリB106を用いたI/Oシミュレータモジュールを作成することを可能とする。

【0062】図10に、本実施形態に係るシミュレーションシステムの構成を示す。

30 【0063】図示するように、本シミュレーションシステムは、前記第1実施形態におけるI/Oシミュレータモジュールを、個別処理ブロック1400とデータ通信スタブ1401とモジュール間通信ライブラリB106から構成したものである。

40 【0064】データ通信スタブ1401は、モジュール間通信ライブラリB106用に作成されていない既存の個別処理ブロック1400のインタフェースと、モジュール間通信ライブラリB106のインタフェースを仲介する。より具体的には、個別処理ブロック1400がその仕様に従って行う関数呼び出しを、呼び出す関数と等価な機能を果たすモジュール間通信ライブラリB106の関数の関数呼び出しに変換し、モジュール間通信ライブラリB106が行う関数呼び出しを、その関数と等価な機能を果たす個別処理ブロック1400がその仕様に従って備える関数の関数呼び出しに変換する。たとえば、個別処理ブロック1400が他のI/Oシミュレータモジュールからの読み出しのために呼び出す関数がINPUTであれば、INPUT呼び出しを、モジュール間通信ライブラリB106の関数read-cの呼び出しに変換する。また、この変換前の関数呼び出しに含まれる引数を、変換



後の関数呼び出しの引数に変換する。

【0065】データ通信スタブ1401は、このような関数呼び出しの変換を、データ通信スタブ1401に備えた図11に示すマッピングテーブル1501に従って行う。

【0066】マッピングテーブル1501では、変換前後の関数の対応と、変換前後の関数の引数の対応を登録する。もし、個別処理ブロック1400が行う関数呼び出しに、この関数と等価な機能を果たすモジュール間通信ライブラリB106の関数の関数呼び出しに含まれる標準引数以外の引数が含まれる場合には、これらを構造体として、オプション引数テーブル1502において、モジュール間通信ライブラリB106の関数の関数呼び出しのオプション引数に対応づける。また、オプション引数テーブル1502において、個別処理ブロック1400の関数を呼び出す関数呼び出しに含まれる、モジュール間通信ライブラリB106が行う関数呼び出しの標準引数以外の引数に、モジュール間通信ライブラリB106が行う関数呼び出しのオプション引数の構造体を構成する各因数を対応づける。

【0067】そして、モジュール間通信ライブラリB106の関数間での関数呼び出しでは、オプション引数を伝達するようにする。これにより、モジュール間通信ライブラリB106の関数を介してオプション引数に対応づけた個別処理ブロック1400のみ取り扱う、従来個別処理ブロック1400間で送受していた、引数を、個別処理ブロック1400間で送受することができるようになる。

【0068】さて、本実施形態では、このようなマッピングテーブル14011の作成をスタブ作成プログラム1402によって支援する。

【0069】すなわち、スタブ作成プログラム1402は、個別処理ブロック1400のモジュール仕様1401を読み込み、表示画面1405に、個別処理ブロック1400が呼び出す関数とその関数呼び出しの引数、個別処理ブロック1400が備える関数とその関数呼び出しの引数の一覧を提示する。

【0070】そして、それぞれ、どの関数の呼び出しをどの関数の呼び出しに対応づけるかと、どの引数をどの引数に対応づけるかの指定を作業員より受け付け、これに基づいてマッピングテーブル1501とオプション引数テーブル1502を作成する。

【0071】たとえば、図12は、モジュール間通信ライブラリB106が備える関数read-cについて、作業員より対応づけの指定を受け付ける画面を示したものであり、この例では、1701の画面で、この関数read-cの関数呼び出しに関数INPUTの呼び出しを変換することと、関数INPUTの呼び出しに含まれる引数、先頭アドレス、データサイズ、データを、関数read-cの関数呼び出

しの標準引数、先頭アドレス、データサイズ、データに対応づけることの指定を作業員より受け付け、1702の画面で関数INPUTの呼び出しに含まれる引数flagとnameを、関数read-cの関数呼び出しのオプション引数に対応づけることの指定を作業員より受け付けている。

【0072】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、相互に入出力を行う複数の要素よりなる装置の動作を模擬するシミュレーションシステムを構成する、各プログラムモジュールの設計を、シミュレーションシステムをさほど大規模化することなく容易化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係るシミュレーションシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】シミュレーションの対象とする装置の一例を示したブロック図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係るシミュレーションシステムの他の構成を示すブロック図である。

【図4】図1、3に示す各モジュールおよびブロックが備える関数と、その呼び出しの関係を説明するための図である。

【図5】本発明の第1実施形態に係る構成情報を表した図である。

【図6】本発明の第1実施形態に係るモジュールテーブルを表した図である。

【図7】本発明の第1実施形態に係るシミュレーションシステムの起動時の動作を示したシーケンス図である。

【図8】本発明の第1実施形態に係るシミュレーションシステムのI/Oシミュレーションモジュール間で入出力を行う際の動作を示したシーケンス図である。

【図9】本発明の第1実施形態に係る管理モジュールが表示する画面を示した図である。

【図10】本発明の第2実施形態に係るシミュレーションシステムの構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の第2実施形態に係るマッピングテーブルとオプション引数テーブルを示す図である。

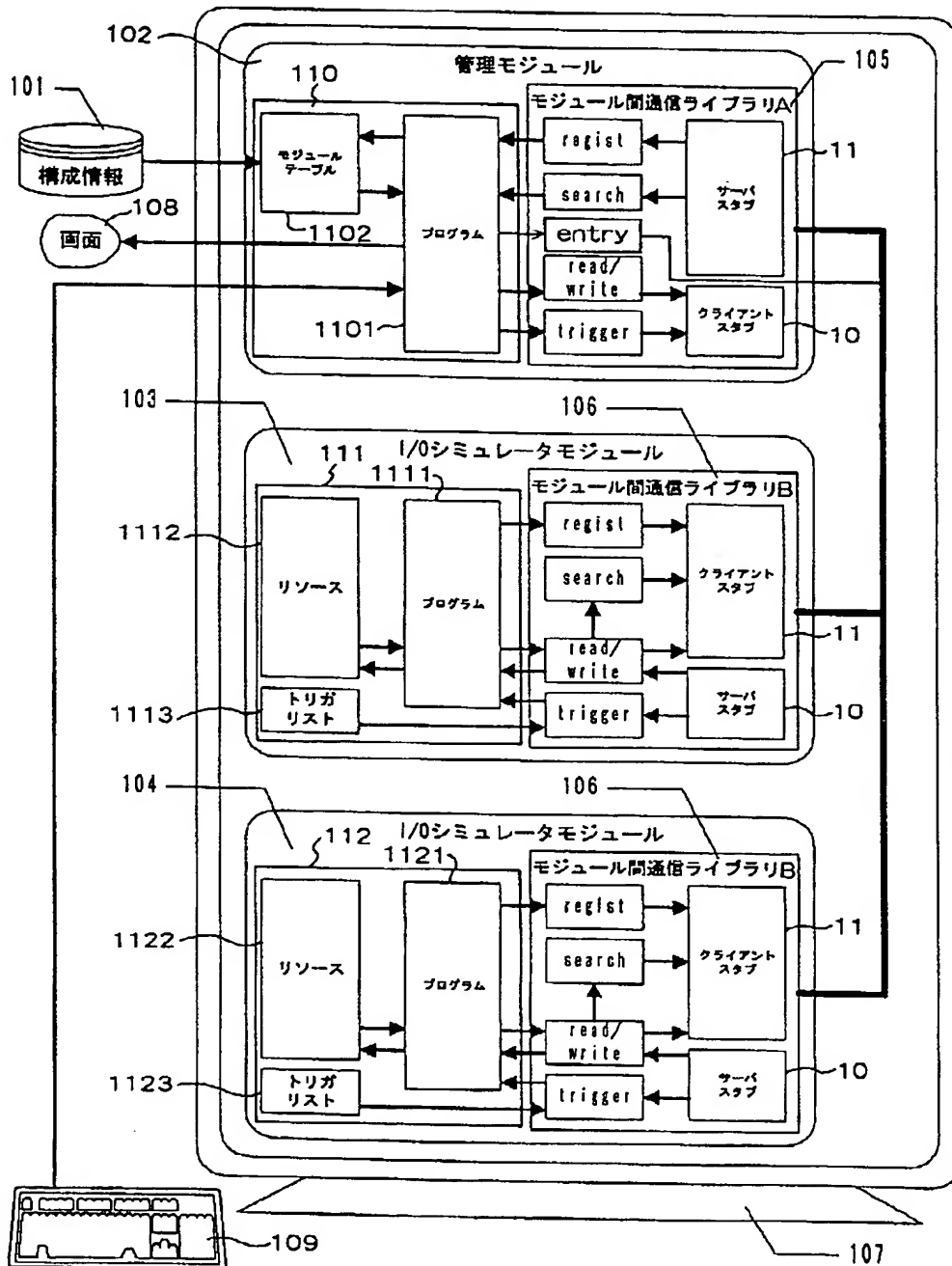
【図12】本発明の第2実施形態に係るデータ作成プログラムが表示する画面を示した図である。

【符号の説明】

10 クライアントスタブ、11 サーバスタブ11、102 管理モジュール、103、104 I/Oシミュレータモジュール、107、1005、1006、1007 電子計算機、105 モジュール間通信ライブラリA、106 モジュール間通信ライブラリB、110 管理ブロック、111、112、1400 個別処理ブロック、1101プログラム、1102 モジュールテーブル、1111、1121 プログラム1111、1121、1112、1122 リソース、1113、1123 トリガリスト、1401 データ通信スタブ

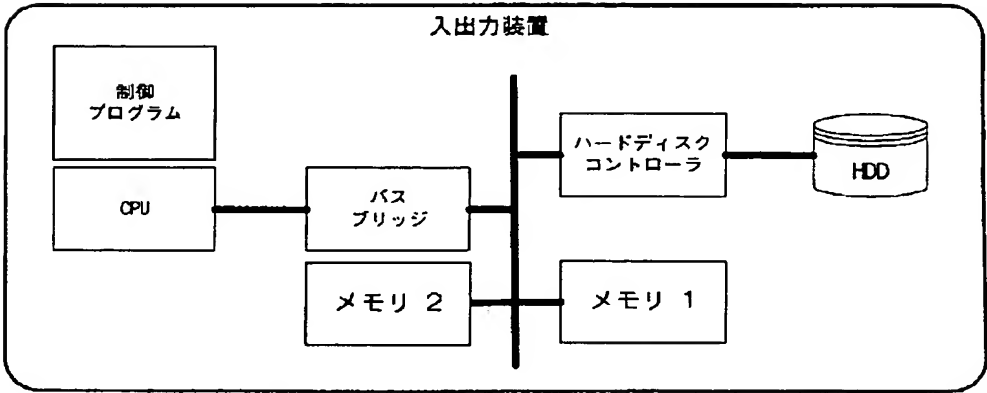
【図1】

図1



【図2】

図2

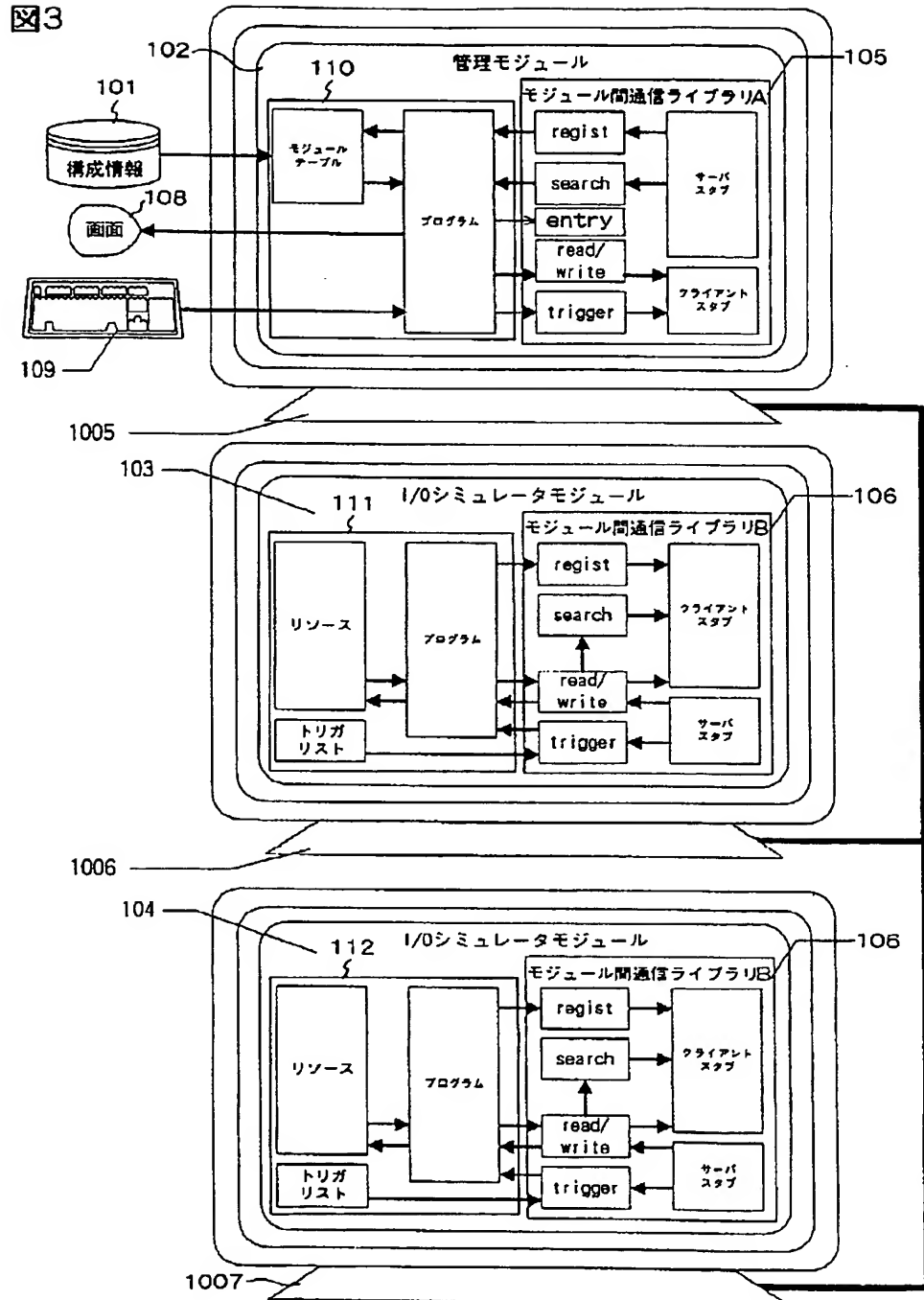


【図5】

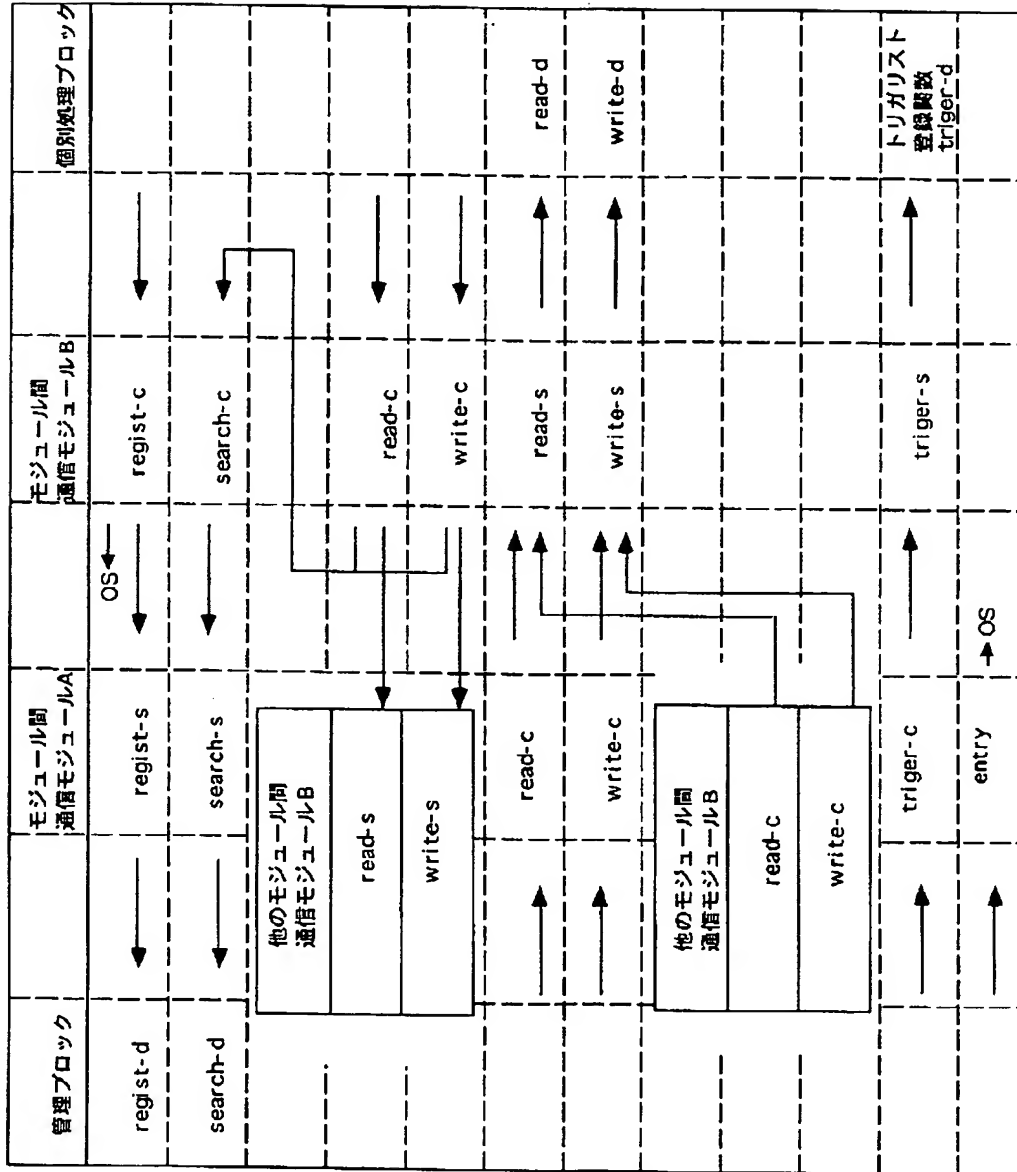
図5

| I/Oシミュレーション<br>モジュール名称 | ホスト名称 | プログラム名称  | 引数1 (管理モジュール<br>配属ホスト名称) | 引数2 (管理モジュール<br>プログラム番号) | ----- |
|------------------------|-------|----------|--------------------------|--------------------------|-------|
| メモリ1                   | XX    | mem1.exe | ZZ                       | hhhhxxff                 |       |
| メモリ2                   | YY    | mem2.exe | ZZ                       | hhhhxxff                 |       |
|                        |       |          |                          |                          |       |
|                        |       |          |                          |                          |       |

【図3】



【図4】

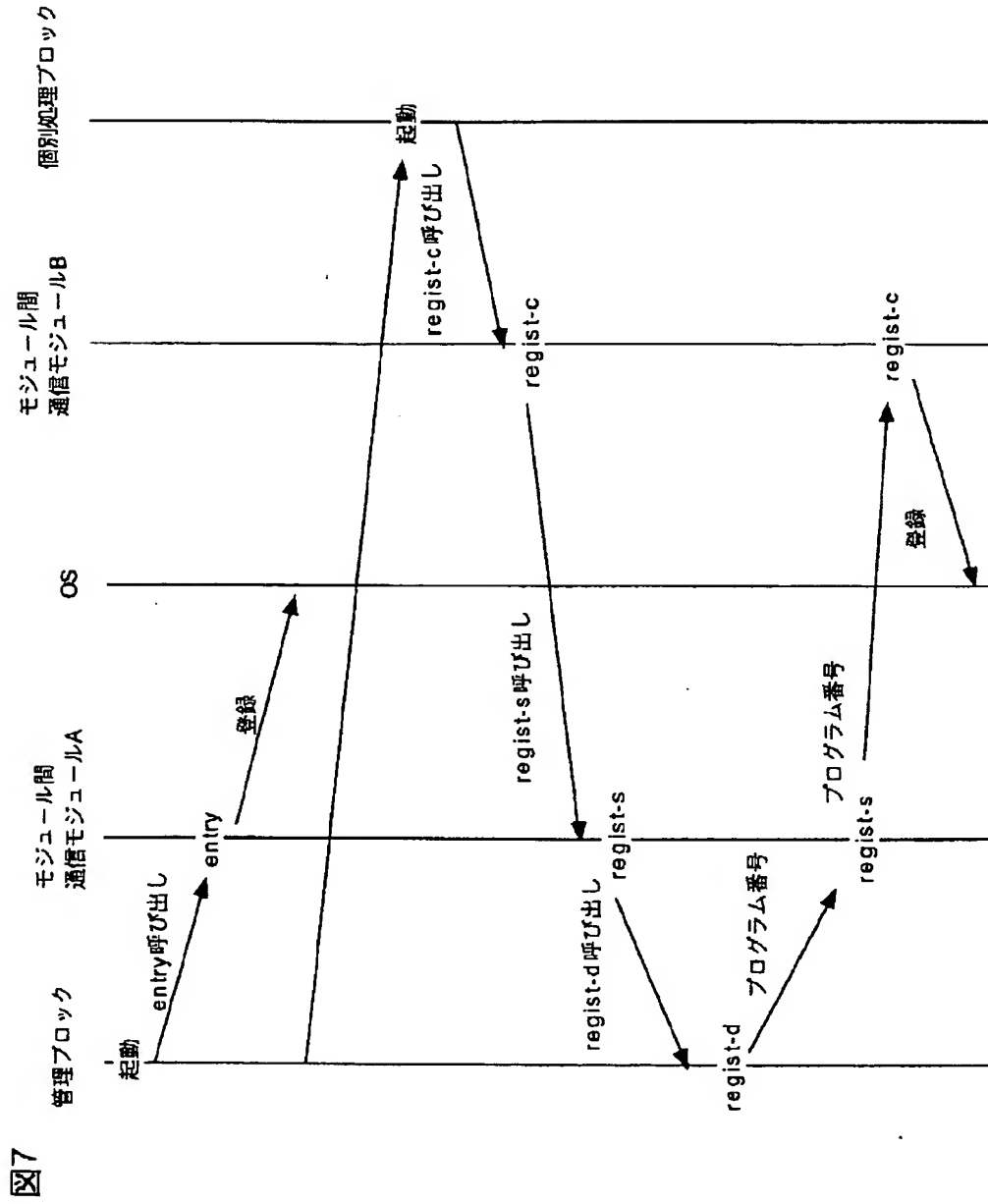


【図6】

図6

| IOシミュレーション<br>モジュール名称 | ホスト名称 | プログラム名称  | 引数1 (管理モジュール<br>配置ホスト名称) | 引数2 (管理モジュール<br>プログラム番号) | ホスト名称<br>(RPC用) | プログラム<br>番号 | アドレス範囲      |
|-----------------------|-------|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------|-------------|-------------|
| メモリ1                  | XX    | mem1.exe | ZZ                       | hhxxxff                  | XX              | hhxx01      | 03000-04fff |
| メモリ2                  | YY    | mem2.exe | ZZ                       | hhxxxff                  | YY              | hhxx02      | 05000-08fff |
|                       |       |          |                          |                          |                 |             |             |
|                       |       |          |                          |                          |                 |             |             |

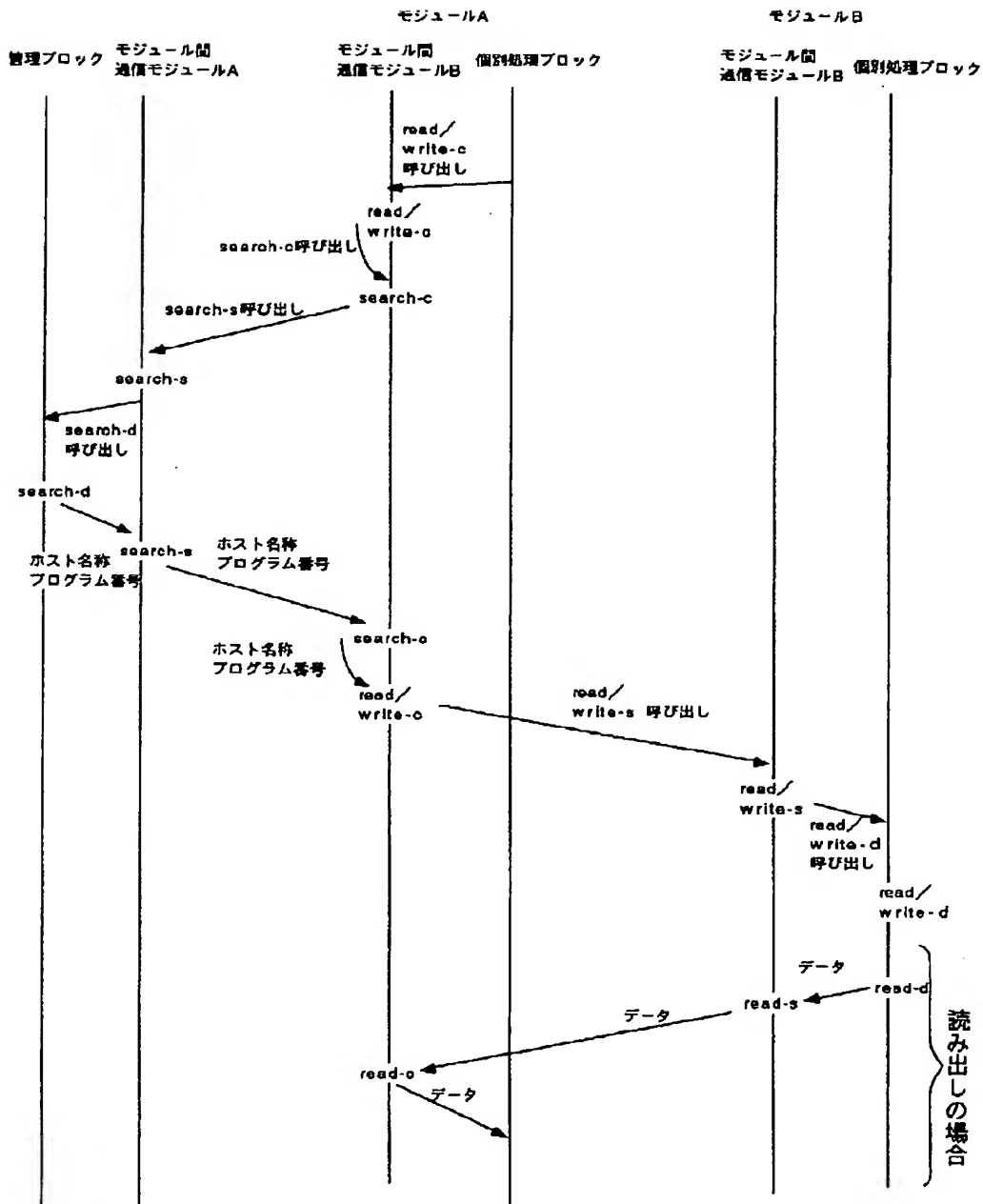
【図7】





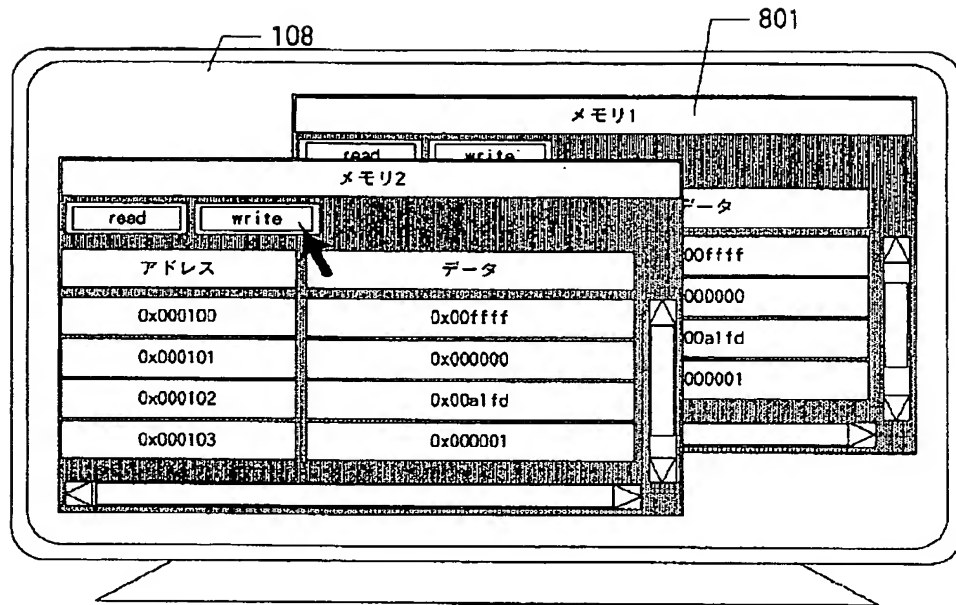
【図8】

図8



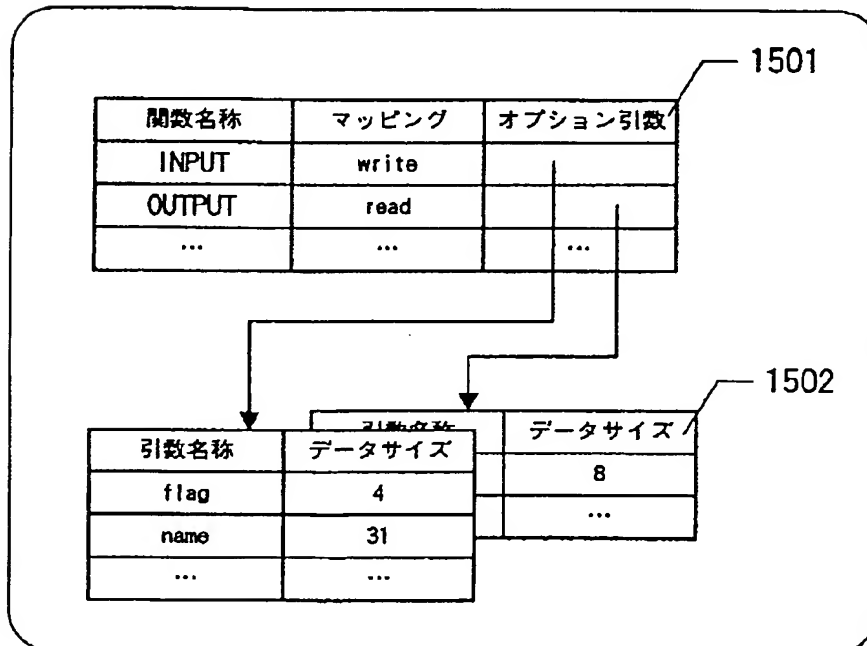
【図9】

図9

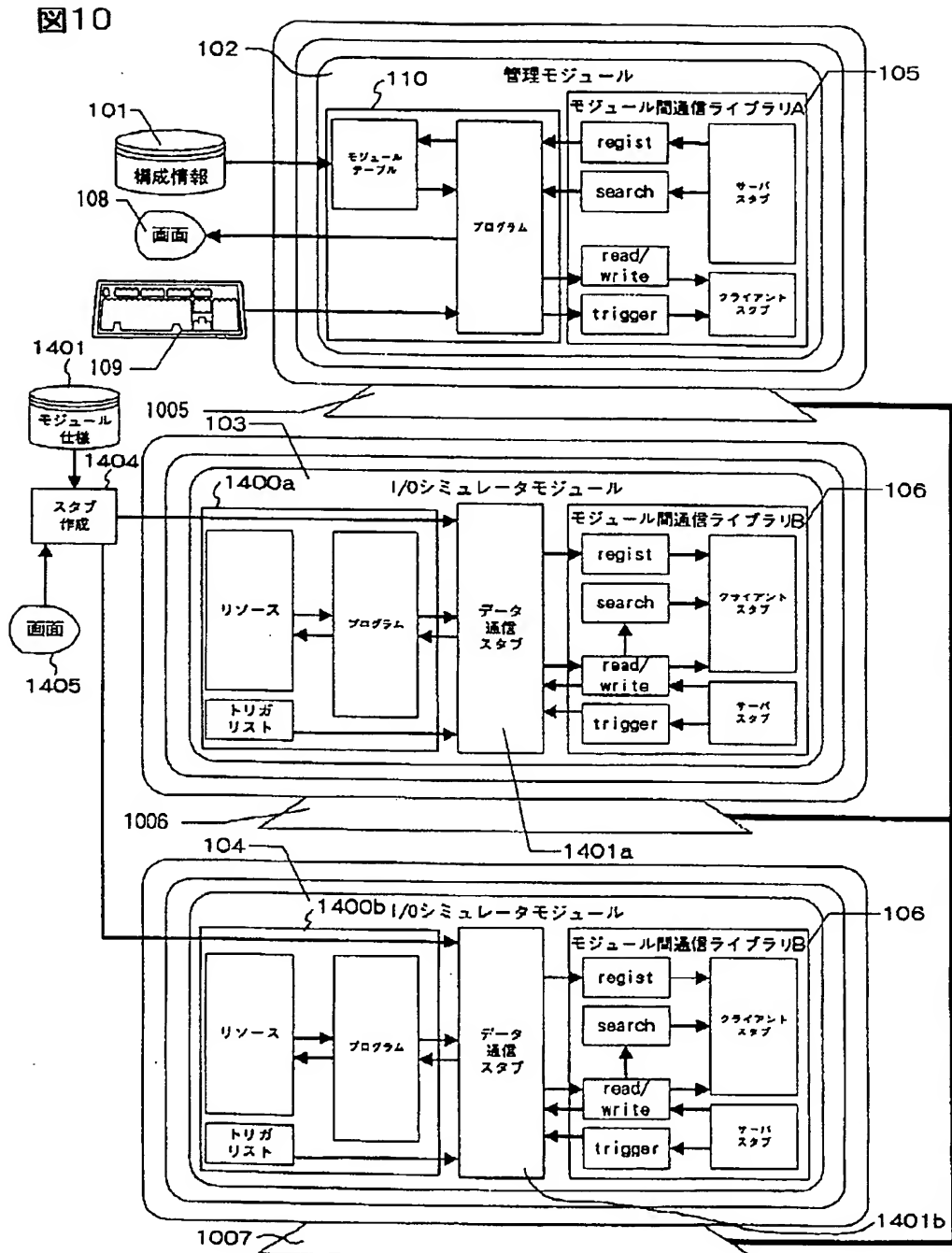


【図11】

図11



【図10】



【図12】

図12

データ通信スタブ作成支援 read-C

| 関数名称     | INPUT |
|----------|-------|
| 指定アドレス   | addr  |
| データサイズ   | size  |
| データ      | data  |
| オプションデータ |       |

決定 取り消し

オプションデータ作成支援

| 関数名称 | INPUT |
|------|-------|
| 名称   | サイズ   |
| flag | 4     |
| name | 31    |

決定 取り消し

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is equipment which consists of two or more elements which output and input, and is the simulation system with which the address range on said equipment simulates actuation of allocation \*\*\*\*\* equipment on a computer to each element. Two or more simulation modules which were prepared by corresponding for said every element and which simulate actuation of a corresponding element, It has the administrative module which manages each simulation SHIMOJURU. Said administrative module The module table which registered correspondence with the address range on said equipment assigned to the element corresponding to each simulation module and each simulation module, As opposed to the inquiry which specified the address range from each simulation module It has a means to answer the simulation module registered into said module table corresponding to the address range containing the specified address range. A means to publish the inquiry which specified the address range to which said each simulation module tends to output and input to said administrative module, The simulation system characterized by having a means to require I/O from the simulation module to which it was answered to the inquiry concerned, and a means to perform the I/O demanded from other simulation modules.

[Claim 2] It is the simulation system which it is a simulation system according to claim 1, and said each simulation module has a means to require registration of the address range assigned to said administrative module at the element corresponding to a self-simulation module, and is characterized by said administrative module having a means to register into said module table correspondence with the address range of which the simulation module demanded when registration of an address range was required from each simulation module, and registration were required.

[Claim 3] It is a simulation system according to claim 1 or 2. Said each simulation module It has the processing block which simulates actuation of a corresponding element, and the communication link library block which performs communications processing with another simulation module and an administrative module. The communication link library block of each of said simulation module When the demand of I/O which specified the address range which is going to perform I/O is received from a processing block As opposed to the simulation module to which said inquiry which specified the specified address was published to said administrative module, and it was answered to the inquiry concerned The simulation system characterized by having a means to require the I/O demanded from said processing block, and a means to require activation of reception and the demanded I/O of a processing block for the demand of I/O to a self-simulation module.

[Claim 4] It is the simulation system characterized by being a simulation system according to claim 1, 2, or 3, and said administrative module having a means to receive the demand of I/O which specified the address range from the user, and a means to require I/O from the simulation module registered into said module table corresponding to the address range containing the received address range.

[Claim 5] Are equipment which consists of two or more elements which output and input, are the simulation approach that the address range on said equipment carries out simulation of the actuation of allocation \*\*\*\*\* equipment to each element on a computer, and it corresponds for said every element. While preparing two or more simulation modules which simulate actuation of a corresponding element The step which prepares the administrative module which manages each simulation SHIMOJURU, The step which supplies the module table which registered into said

administrative module correspondence with the address range on said equipment assigned to the element corresponding to each simulation module and each simulation module, In the step which publishes the inquiry which specified the address range which is going to output and input in said simulation module to said administrative module, and said administrative module As opposed to the inquiry which specified the address range from each simulation module In the step which answers the simulation module registered into said module table corresponding to the address range containing the specified address range, and said simulation module In the step which requires I/O from the simulation module to which it was answered to the published inquiry, and said simulation module The simulation approach characterized by having the step which performs the I/O demanded from other simulation modules.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is equipment which consists of two or more elements which output and input, and is the simulation system with which the address range on said equipment simulates actuation of allocation \*\*\*\*\* equipment on a computer to each element. Two or more simulation modules which were prepared by corresponding for said every element and which simulate actuation of a corresponding element, It has the administrative module which manages each simulation SHIMOJURU. Said administrative module The module table which registered correspondence with the address range on said equipment assigned to the element corresponding to each simulation module and each simulation module, As opposed to the inquiry which specified the address range from each simulation module It has a means to answer the simulation module registered into said module table corresponding to the address range containing the specified address range. A means to publish the inquiry which specified the address range to which said each simulation module tends to output and input to said administrative module, The simulation system characterized by having a means to require I/O from the simulation module to which it was answered to the inquiry concerned, and a means to perform the I/O demanded from other simulation modules.

[Claim 2] It is the simulation system which it is a simulation system according to claim 1, and said each simulation module has a means to require registration of the address range assigned to said administrative module at the element corresponding to a self-simulation module, and is characterized by said administrative module having a means to register into said module table correspondence with the address range of which the simulation module demanded when registration of an address range was required from each simulation module, and registration were required.

[Claim 3] It is a simulation system according to claim 1 or 2. Said each simulation module It has the processing block which simulates actuation of a corresponding element, and the communication link library block which performs communications processing with another simulation module and an administrative module. The communication link library block of each of said simulation module When the demand of I/O which specified the address range which is going to perform I/O is received from a processing block As opposed to the simulation module to which said inquiry which specified the specified address was published to said administrative module, and it was answered to the inquiry concerned The simulation system characterized by having a means to require the I/O demanded from said processing block, and a means to require activation of reception and the demanded I/O of a processing block for the demand of I/O to a self-simulation module.

[Claim 4] It is the simulation system characterized by being a simulation system according to claim 1, 2, or 3, and said administrative module having a means to receive the demand of I/O which specified the address range from the user, and a means to require I/O from the simulation module registered into said module table corresponding to the address range containing the received address range.

[Claim 5] Are equipment which consists of two or more elements which output and input, are the simulation approach that the address range on said equipment carries out simulation of the actuation of allocation \*\*\*\*\* equipment to each element on a computer, and it corresponds for said every element. While preparing two or more simulation modules which simulate actuation of a corresponding element The step which prepares the administrative module which manages each simulation SHIMOJURU, The step which supplies the module table which registered into said



administrative module correspondence with the address range on said equipment assigned to the element corresponding to each simulation module and each simulation module, In the step which publishes the inquiry which specified the address range which is going to output and input in said simulation module to said administrative module, and said administrative module As opposed to the inquiry which specified the address range from each simulation module In the step which answers the simulation module registered into said module table corresponding to the address range containing the specified address range, and said simulation module In the step which requires I/O from the simulation module to which it was answered to the published inquiry, and said simulation module The simulation approach characterized by having the step which performs the I/O demanded from other simulation modules.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] When the configuration descriptive information storing section which is evaluation equipment by which actuation of the SCS constituted by the network is evaluated, and stores the configuration information between the components in said network, and the event relevant to said component occur Next, the module information storing section which stores the module information of what kind of event arises, While matching each component based on said configuration information in the scenario storing section which stores the event information which it is at the simulation initiation time and is planned, and said configuration descriptive information storing section Event generating is simulated sequentially from the event stored in said scenario storing section. Evaluation equipment of the SCS characterized by having a simulator means to evaluate actuation of a SCS by generating the following event based on the generated event and said module information, and repeating this event generating successively.

[Claim 2] In the SCS using the general-purpose article which contains the computer for non-specified uses as a network configuration device while being constituted by the network The evaluation equipment of the SCS according to claim 1 connected to said network, A malfunction detection means to be equipment connected to said network and to perform malfunction detection of a network configuration device, When abnormalities are detected by which network configuration device with said malfunction detection means The connection configuration between the components in said network is made to reconfigure except for the network configuration device concerned. The SCS using the general-purpose article characterized by having the diagnostic equipment which consists of a configuration description means to store this reconfigured configuration information in said configuration descriptive information storing section, and to make said simulator means start evaluation of a system of operation.

[Claim 3] The SCS using the general-purpose article characterized by to have an information actuation monitor means perform the information actuation concerned only when actuation authorization is obtained while having notified the purport of the information actuation, when it sets the computer for non-specified uses to the SCS using the general-purpose article included as a network-configuration device and the specific information on said computer for non-specified uses is operated, while being constituted by the network.

[Claim 4] The SCS using the general-purpose article according to claim 3 characterized by having an actuation information record means to save the information actuation record when said specific information is operated.

---

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**